

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 43/00	3 0 1 N	8109-3G		
41/34	C	9039-3G		
43/00	3 0 1 R	8109-3G		
	E	8109-3G		
F 0 2 M 25/07	5 5 0 C	8923-3G		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-274597

(22)出願日 平成3年(1991)9月26日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 人見 光夫

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 益田 俊治

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 服部 敏彦

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74)代理人 弁理士 村田 実 (外1名)

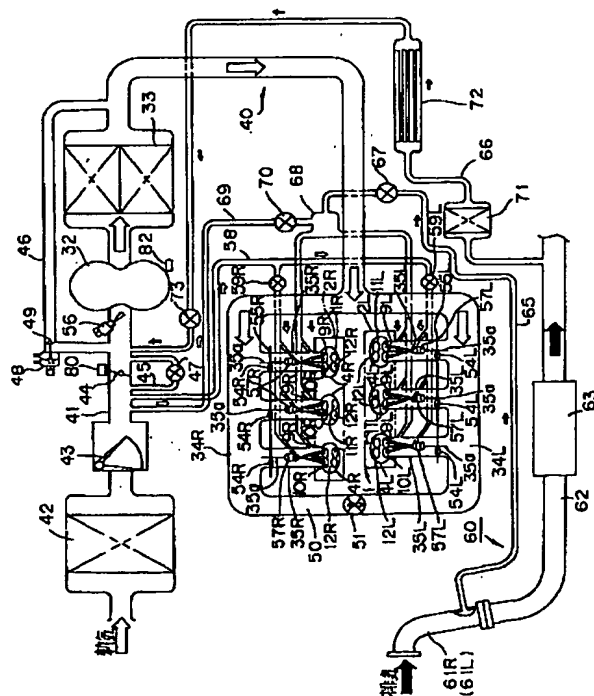
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 過給機付きエンジン

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 過給機付きエンジンにおいて、空燃比のリーン化による燃料消費率の改善効果を損なうことなく、エンジン内部温度の低下に関して空燃比のリーン化によるよりも高い効果を得るようにする。

【構成】 エンジン本体1には、第1EGRバルブ67が介装された小径導管で構成された第1外部EGR通路65と、第2EGRバルブ73が介装された大径導管で構成された第2外部EGR通路66とが付設されている。領域III(中負荷及び高回転の全ての領域)において、第1EGRバルブ67は比較的低負荷側で開かれ、第2EGRバルブ73は比較的高負荷側で開かれる。他方、エンジン1の吸気系に配設された燃料噴射弁56、57は、制御信号によってその燃料噴射量が制御される(空燃比制御)。ここに、空燃比制御は、上記領域IIIでは目標空燃比が $A/F=16$ とされている。尚、 $A/F=16$ は燃料消費率の改善効果が飽和する空燃比である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気系に過給機を備えた過給機付きエンジンにおいて、エンジンの排気ガスを外部導管を介して吸気系に還流するEGR手段と、エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、該運転状態検出手段からの信号を受け、エンジンの運転状態が前記過給機の過給能力を発現する過給領域にあるときに、エンジンの吸入する混合気の空燃比が燃料消費率改善効果の飽和するリーン空燃比となるように空燃比を制御する空燃比制御手段と、前記運転状態検出手段からの信号を受け、エンジンの運転状態が前記過給機の過給能力を発現する過給領域にあるときに、エンジンの排気ガスを外部EGR導管を介して吸気系に還流するEGR手段と、を備えていることを特徴とする過給機付きエンジン。

【請求項2】 請求項1において、前記燃費改善効果の飽和するリーン空燃比がほぼ $A/F = 1.5 \sim 1.6$ である、ことを特徴とする過給機付きエンジン。

【請求項3】 請求項1において、前記外部EGR導管が長い管体で構成されている、ことを特徴とする過給機付きエンジン。

【請求項4】 請求項1において、エンジンの吸気系にインタークーラを備え、該インタークーラの上流側に前記外部EGR導管の下流端が接続されている、ことを特徴とする過給機付きエンジン。

【請求項5】 請求項1または請求項4において、前記外部EGR導管にEGRクーラが介装されている、ことを特徴とする過給機付きエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は吸気系に過給機を備えた過給機付きエンジンに関するものである。

【0002】

【従来技術】 過給によりエンジン出力を高めるようにした過給機付きエンジンにあっては、エンジン内部の熱負荷が大きいという問題を有し、このため特開平3-23327号公報に見られるように、過給機がその過給能力を発揮する過給領域においてエンジンの吸入する混合気空燃比を理論空燃比よりもリーンにするようにして、燃料消費率を改善しつつエンジン内部温度（バルブブリッジ等の温度）を下げるようにしたものが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図6から明らかなように、空燃比のリーン化に伴う燃料消費率の改善効果は、例えばこの図6によれば、 $A/F = 1.5$ 近傍で飽和し、これ以上空燃比をリーン化しても燃料消費率の大した改善効果が得られない。尚、この図6は、

同一負荷の下でのデータ（同一のエンジン発生トルクを得るとしたときのデータ）である。

【0004】 上記の事実によれば、過給領域における空燃比を $A/F = 1.5$ よりもリーン化したとしても、この空燃比のリーン化に伴う効果は専らエンジン内部温度の低下に限定されることになる。

【0005】 そこで、本発明の目的は、空燃比のリーン化に伴う燃料消費率の改善効果を損なうことなく、エンジン内部温度の低下に関して空燃比のリーン化によるよりも高い効果を得るようにした過給機付きエンジンを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の技術的課題を達成すべく、本発明にあっては、以下の構成としてある。すなわち、

【0007】 吸気系に過給機を備えた過給機付きエンジンを前提として、エンジンの排気ガスを外部導管を介して吸気系に還流するEGR手段と、エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、該運転状態検出手段からの信号を受け、エンジンの運転状態が前記過給機の過給能力を発現する過給領域にあるときに、エンジンの吸入する混合気空燃比が燃料消費率改善効果の飽和するリーン空燃比となるように空燃比を制御する空燃比制御手段と、前記運転状態検出手段からの信号を受け、エンジンの運転状態が前記過給機の過給能力を発現する過給領域にあるときに、エンジンの排気ガスを外部EGR導管を介して吸気系に還流するEGR手段と、を備えた構成としてある。

【0008】

【作用】 図6によれば、過給圧を600mmHgから700mmHgに高めて、空燃比を $A/F = 1.5$ から $A/F = 1.6$ にしたとき、この空燃比のリーン化に伴う燃料消費率の改善効果は僅かであり、またエンジン内部（バルブブリッジ）の温度低減効果は約3.5℃である。他方、同様に過給圧を600mmHgから700mmHgに高めてEGR率を5.5%から13%に高めたときには、エンジン内部（バルブブリッジ）の温度低減効果は約7℃と、上記空燃比のリーン化による場合よりも約2倍の効果が得られている。ちなみに、空燃比のリーン化による排気ガス温度の低減効果は約30℃であり、他方EGRによる排気ガス温度の低減効果は約40℃である。また図7によれば、空燃比のリーン化よりもEGRの方が排気ガス中の NO_x 低減効果が大いことが理解される。ここに、同図において、実線AはEGRガスを還流させたときの NO_x を示す。他方、破線BはEGRガスを還流させないときの NO_x を示す。また実線Aと破線Bとは、同一負荷の下での NO_x を示し、実線Aは、空燃比をリーンにするために必要とされる余剰空気と等しい重量のEGRガスを還流させた場合の NO_x を表すものである。

【0009】したがって、上記本発明の構成によれば、空燃比のリーン化だけでエンジン内部温度を低下させるよりも大きくエンジン内部温度を下げる事が可能となり、また排気ガス中のNO_xを大きく低減することが可能となる。換言すれば、同一のエンジン内部温度の低下効果を得るのであれば、空燃比をリーンにするために必要とされる空気量よりもEGRガスの方が少ない量で足りるため、空燃比のリーン化だけでエンジン内部温度を低下させる場合に必要とされる過給機の容量に比べて小さな容量の過給機で足りることになる。

【0010】

【実施例】以下に、本発明の実施例を添付した図面に基いて説明する。

エンジンの機械的構成

図1、図2において、1はエンジン本体で、エンジン本体1は、互いにV型をなす左右のバンク部2L、2Rを有し、これら左右のバンク部2L、2R毎に、夫々、3つの気筒4が直列に配置された、いわゆるV型6気筒エンジンとされている。以下に、左右のバンク部2L、2Rを構成する部材あるいは各バンク部2L、2Rに関連する部材には、左バンク部2Lあるいは右バンク部2Rに対応して、その参照符号に「L」、「R」を付記して図示する一方、これら部材の説明において、特に必要であるときを除いて、符号「L」、「R」の付記を省略する。

【0011】上記エンジン本体1について詳しく説明すると、エンジン本体1は、シリンダブロック3を有し、各気筒4は、シリンダ5に嵌挿されたピストン6とシリンダヘッド7とでペントルーフ型の燃焼室8が形成されている。そして、シリンダヘッド7には、共に燃焼室8に開口する第1、第2の2つの吸気ポート9、10と、第1、第2の2つの排気ポート11、12とが形成される(図2参照)、上記第1、第2吸気ポート9、10には、図2に示すように、夫々、第1吸気弁13、第2吸気弁14が配設され、上記第1、第2排気ポート11、12には、夫々、第1排気弁15、第2排気弁16が配設されている。

【0012】すなわち、エンジン本体1は、各気筒4が2つの吸気弁13、14と2つの排気弁15、16とを具備する4バルブ式エンジンとされて、これら各弁13~16を開閉動作させる動弁系17は、2つのカムシャフト18、19をシリンダヘッド7に収容した、いわゆるダブルオーバーヘッドカム(DOHC)式とされている。すなわち、第1のカムシャフト18は吸気弁13、14用とされ、第2のカムシャフト19は排気弁15、16用とされ、これら第1、第2のカムシャフト18、19には、その軸端に、カムプリー20(図2参照、排気弁用カムプリーは図示せず)が設けられて、これらカムプリー20は、既知のように、タイミングベルト22を介してエンジン出力軸(クランクシャフト)23に連

係され、上記吸気弁13、14あるいは上記排気弁15、16は、エンジン出力軸23の回転に同期して、所定のタイミングで開閉される。

【0013】上記第1カムシャフト18には、上記吸気弁用カムプリー20に対する第1カムシャフト18の位相を変更させるバルブタイミング可変機構24(吸気弁用バルブタイミング可変機構)が設けられ、他方、上記第2カムシャフト19には、上記排気弁用カムプリーに対する第2カムシャフト19の位相を変更させるバルブタイミング可変機構(排気弁用バルブタイミング可変機構、図示せず)が設けられている。この排気弁用バルブタイミング可変機構は上記吸気弁用バルブタイミング可変機構24と同一の構成とされ、このようなバルブタイミング可変機構24は従来から既知であるのでその詳細な説明は省略する。また上記シリンダヘッド7には点火プラグ25が装着され、この点火プラグ25は燃焼室8の中央に臨ませて配置されている。

【0014】上記ピストン6はコンロッド26を介して上記クランクシャフト23に連結され、クランクシャフト23を収容するクランク室27の下方域には、エンジンオイルを貯留するオイル貯留室28がオイルパン29によって形成されている。尚、図2に示す符号30はオイルストレーナである。

【0015】上記左右のバンク部2Lと2Rとで挟まれたバンク中央空間31には、図1に示すように、クランクシャフト23の回転力によって機械的に駆動されるスクリュ式過給機32が設置され、また、この過給機32の上方にインタークーラ33が配置されている。他方、各バンク部2L、2Rの上方には、夫々、クランクシャフト23の長手方向に延びるサージタンク34が配設され、このサージタンク34と前記吸気ポート9、10とは、各気筒4毎に、独立吸気管35を介して接続されている。そして、左右各バンク部2L、2Rにおける吸気ポート9、10の上流端が、夫々、バンク中央空間31に臨んで開口している関係上、上記独立吸気管35は、上記サージタンク34から一旦バンク中央空間31に向けて横方向に延びた後に下方に向けて湾曲する形状とされている。

【0016】以下に、上記エンジン本体1の吸気系40について、図3を参照しつつ、詳しく説明する。吸気系40は、その上流側から下流側に向けて順次接続された共通吸気管41、左右の前記サージタンク34L、34R、前記独立吸気管35で構成され、この共通吸気管41には、上流側から下流側に向けて、順に、エアクリーナ42、エアフロメータ43、スロットル弁44、前記スクリュ式過給機32、前記インタークーラ33が配設されている。また、この共通吸気管41には、上記スロットル弁44をバイパスする第1バイパス通路45と、上記スクリュ式過給機32とインタークーラ33とをバイパスする第2バイパス通路46とが設けられている。

【0017】上記第1バイパス通路45には、ISCバルブ47が介設され、既知のように、該ISCバルブ47によってアイドル回転数の調整が行なわれるようになっている。上記第2バイパス通路46には、ダイヤフラム式アクチュエータ48によって駆動されるリリーフ弁49が介設され、過給圧が所定値以上になるとリリーフ弁49が開かれて（第2バイパス通路46が開かれる）、リリーフされるようになっている。他方、上記左右のサージタンク34Lと34Rとは連通管50によって互いに連通され、この連通管50には、その途中に可変吸気コントロール用のバルブ51が介装されて、例えば、エンジン回転数に応じてバルブ51の開閉が行なわれ、既知のように、広い領域にわたって吸気の動的効果を得るようにしてある。

【0018】前記独立吸気管35は、その内部空間を部分的に左右2つに仕切る仕切壁35aを有し、仕切壁35aによって第1独立吸気通路52と第2独立吸気通路53とが形成されて、第1独立吸気通路52が前記第1吸気ポート9に接続され、第2独立吸気通路53が前記第2吸気ポート10に接続されている。そして、上記第2独立吸気通路53は、その上流端部に配置されたシャッタ弁54により開閉されるようになっており、左バンク部2Lに配置された各シャッタ弁54Lは左バンク用の共通軸55Lに連結され、右バンク部2Rに配置された各シャッタ弁54Rは右バンク用の共通軸55Rに連結されて、これら共通軸55Lと55Rとは、夫々、その軸端にアクチュエータ（図示省略）が結合され、各シャッタ弁54L、54Rは、エンジン回転数約3,000rpmを挟んで、低回転域では閉じられ、高回転域では開かれるようになっている。

【0019】上記エンジン本体1の燃料供給系は、上流側インジェクタ56と下流側インジェクタ57とで構成され、上流側インジェクタ56は前記過給機32の直上流に配設され、他方、下流側インジェクタ57は、上記独立吸気管35に配設され、より具体的には、この下流側インジェクタ57は第1吸気ポート9と第2吸気ポート10とに臨ませて配設されている。尚、図3に示す符号58はアシストエア通路、59は逆止弁である。

【0020】エンジン本体1の排気系60は、図3に概略的に示すように、上流側から下流側に向けて、順に、左右各バンク部2L、2R用の排気マニホールド61L、61Rと、共通排気管62とで構成され、該共通排気管62には、その途中に、排気ガスを浄化する触媒コンバータ63が介設され、また共通排気管62の下流端には、既知のようにサイレンサ（図示せず）が配設されている。

【0021】上記エンジン本体1には、第1、第2の2つの外部EGR通路（共に外部配管で構成されている）65、66とが付設され、第1外部EGR通路65と第2外部EGR通路66とを比較したときに、第1外部E

GR通路65の通路径が小径とされ、第2外部EGR通路66の通路径が大径とされて、後述するように、第1外部EGR通路65は低負荷領域で使用され、他方第2外部EGR通路66は高負荷領域で使用される。

【0022】上記第1外部EGR通路65は、その一端が排気マニホールド61Lあるいは61Rに接続され、他端が上記第1吸気ポート9に接続されている。そして、この第1外部EGR通路65には、上記一端側から他端側に向けて、順に、第1EGRバルブ67、集合チャンバ68が設けられ、集合チャンバ68はバイパスエア管69を介して前記共通吸気管41に連通されて、このバイパスエア管69にバイパスエアコントロールバルブ70が介設されている。他方、上記第2外部EGR通路66は、その一端が上記触媒コンバータ63よりも下流側の共通排気管62に接続され、他端が前記過給機32よりも上流側の共通吸気管41（スロットル弁44よりも下流）に接続されている。そして、この第2外部EGR通路66には、上記一端側から他端側に向けて、順に、カーボントラップ71、EGRクーラ72、第2EGRバルブ73が設けられている。

【0023】エンジン仕様

上記エンジンの具体的仕様は以下のとおりである。

- (1) エンジン形式：V型6気筒、DOHC4バルブ
- (2) 左バンク部と右バンク部との間のバンク角：90度
- (3) 総排気量：1496cc
- (4) シリンダのボア径：直径63mm
- (5) ピストンストローク：80mm
- (6) 圧縮比（ε）：10
- (7) 吸気弁と排気弁との間のバルブ挟み角：30度
- (8) 過給機：スクルー式（圧力比＝2.5）
- (9) インタークーラ出口温度：60℃
- (10) 使用燃料：レギュラーガソリン（オクタン価＝91）

【0024】上記エンジン本体1は図4に示すコントロールユニットUを備え、コントロールユニットUは、例えばマイクロコンピュータで構成されて、既知のように、CPU、ROM、RAM等を具備している。コントロールユニットUには、センサ43、80～82等からの信号が入力される。上記エアフロメータ43は吸入空気量を検出するものである。上記センサ80は吸気負圧によってエンジン負荷を検出するものである。上記センサ81はエンジン回転数を検出するものである。上記センサ82は過給機32の回転数を検出するものである。他方、コントロールユニットUからは、上記インジェクタ56、57、第1、第2EGRバルブ67、73等に制御信号が出力される。

【0025】以下にコントロールユニットUによって行なわれるEGR制御及び空燃比制御の内容を説明する。

EGR制御及び空燃比制御

図5に示すマップに基づいて、4つに区分された領域I

～IVに対して以下のEGR制御（第1、第2EGRバルブ67、73の制御）及び空燃比制御（インジェクタ56、57による燃料供給量の制御）が行われる。尚、空燃比制御の詳細は従来と同様であるので、上記各領域I～IVの目標空燃比だけを示し、具体的な空燃比制御の内容については説明を省略する。

【0026】①領域I（極低負荷、極低回転領域：略アイドル領域）

第1、第2EGRバルブ67、73が共に全閉とされる。また、目標空燃比は理論空燃比（ $\lambda=1$ ）とされる。

【0027】②領域II（低負荷、低回転領域）

第1EGRバルブ67を使用して排気ガスの還流（EGR）が行なわれ、他方第2EGRバルブ73は全閉状態とされる。また目標空燃比は理論空燃比（ $\lambda=1$ ）とされる。

【0028】③領域III（中負荷及び高回転の全ての領域）

この領域IIIにおいて、図5に示すラインCよりも高負荷側で第2EGRバルブ73によるEGR制御が行なわれる。他方同図に示すラインDよりも低負荷側で第1EGRバルブ67によるEGR制御が行なわれ、ラインCとラインDとで挟まれた領域（同図に斜行線で示す領域）では第1EGRバルブ67と第2EGRバルブ73とを併用したEGR制御が行なわれる。

【0029】すなわち、領域IIIでは、比較的低負荷側では第1EGRバルブ67が使用されて比較的高温のEGRガスが還流される。他方比較的高負荷側では第2EGRバルブ73が使用されて低温のEGRガス（コールドEGR）が還流される。そして、目標空燃比は、理論空燃比よりもリーン空燃比である、例えば $A/F=1.6$ とされる。

【0030】つまり、この領域IIIでは、比較的低負荷側では、前述したように上記第1外部EGR通路65はその上流端が排気マニホールド61に接続されて、エンジン本体1から吐出された排気ガスが排気系60で冷える前に上記第1外部EGR通路65を通してエンジン本体1へ還流されるため、この第1外部EGR通路65によるEGRガスは比較的高温であり、このEGRガスを利用して当該領域IIIでのポンピングロス低減することが可能となる。

【0031】また、この領域IIIにおいて、比較的高負荷側では、第2EGRバルブ73を使用することに伴って、前述したようにEGRクーラ72を備えた第2外部EGR通路66を使用して冷えたEGRガスの還流（コールドEGR）が行なわれることになる。また第2外部EGR通路66は、その上流端が排気系60の下流に接続されているため、排気系60で冷やされた排気ガスが上記第2外部EGR通路66に導入され、更に、この第2外部EGR通路66は、その下流端がインタークーラ

33の上流側に接続されているため、この第2外部EGR通路66を通して吸気系40に還流された後のEGRガスはインタークーラ33によって再度冷やされることになる。

【0032】したがって、この領域IIIにおける比較的高負荷側では、上記コールドEGRによって目標空燃比を $A/F=1.6$ としたことに伴うエンジン内部温度（バルブブリッジ温度）の昇が抑えられることになる。またコールドEGRによって排気ガス温度の昇が抑えられ、更に排気ガス中の NO_x が低減されることになる。このことは、上記エンジンでは高圧縮比、高過給としてあることに関連してエンジンの信頼性を高める上で効果的である。

【0033】③領域IV（高負荷且つ低回転領域）

第1EGRバルブ67が閉じ状態とされ、第2EGRバルブ73によってEGR率が調整される。つまり、EGRクーラ72を備えた第2外部EGR通路66を使用して排気ガスの還流（EGR）が行なわれる。そして、目標空燃比は出力重視の観点から $A/F \approx 1.3$ とされる。

【0034】したがって、この領域Vでは、前述したようにコールドEGRを投入することによって、高過給及び高圧縮比とされているエンジン本体1の内部温度（バルブブリッジ温度）を下げ、あるいは排気ガス温度を下げる事が可能となる。また排気ガス中の NO_x を低下させることが可能となる。

【0035】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はこの実施例に限定されることなく、例えば第2外部EGR通路を長い管体で構成するものであってもよい。この長い外部導管を通るうちに排気ガス（EGRガス）は大きく放熱される（大きな空冷効果が得られる）。

【0036】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、燃料消費率の改善効果を確保しつつ、空燃比のリーン化だけでエンジン内部温度を低下させるよりも大きくエンジン内部温度を下げる事ができ、また排気ガス中の NO_x 低減効果を大きくすることができる。したがって、同一のエンジン内部温度の低下効果を得るのであれば、空燃比のリーン化だけでエンジン内部温度を低下させる場合に必要とされる過給機の容量に比べて小さな容量の過給機を装着することができ、これによって燃料消費率を一層改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例にかかるエンジンの縦断面図。

【図2】図1に示すII—I線に沿った断面図。

【図3】実施例にかかるエンジンの吸気系及び排気系を展開して示す図。

【図4】実施例にかかるエンジンの各種制御の全体システム図。

【図5】EGR制御及び空燃比制御用のマップ。

【図6】空燃比及びEGR率に対するバルブブリッジ温度等との関係を示すグラフ。

【図7】空燃比及びEGR率に対する排気ガス中のNO_x低減効果を示すグラフ。

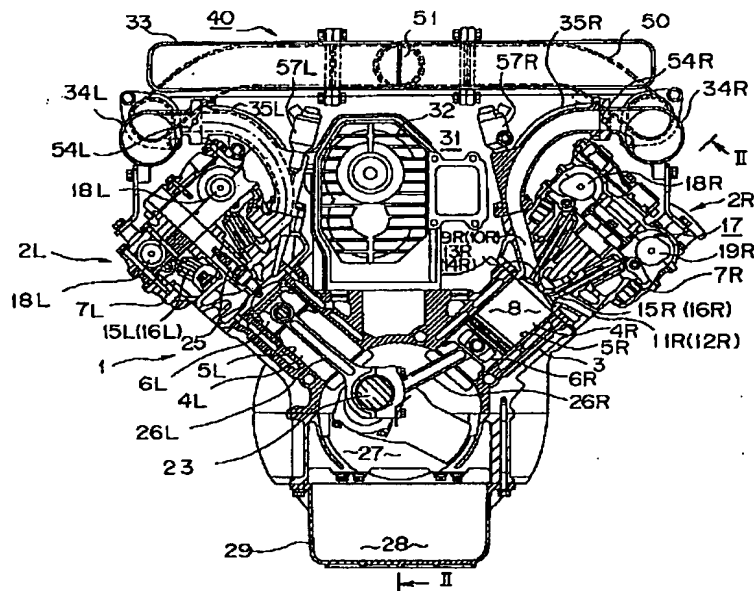
【符号の説明】

- 1 エンジン本体
- 4 気筒
- 5 シリンダ
- 6 ピストン
- 8 燃焼室
- 23 エンジン出力軸

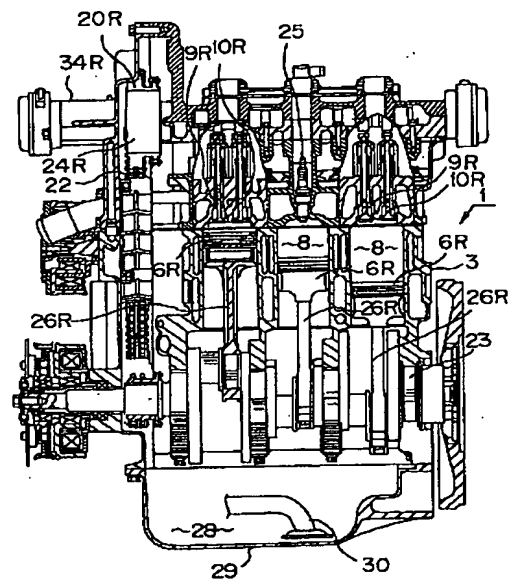
- * 25 点火プラグ
- 32 機械式過給機
- 56、57 インジェクタ（燃料噴射弁）
- 65 第1外部EGR通路（低負荷用）
- 66 第2外部EGR通路（高負荷用）
- 67 低負荷用EGRコントロールバルブ
- 73 高負荷用EGRコントロールバルブ
- 80 エジ負荷センサ
- 81 エンジン回転数センサ
- 10 U コントロールユニット

*

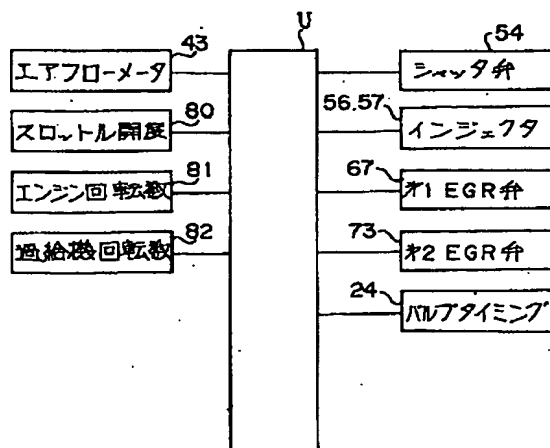
【図1】



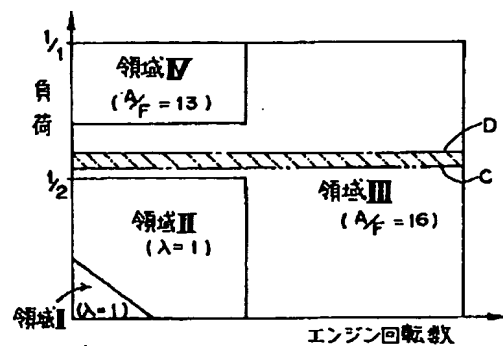
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 25/07	5 7 0	P 8923-3G		
	5 8 0	A 8923-3G		
		B 8923-3G		
		E 8923-3G		

(72) 発明者 榎山 謙二	(72) 発明者 佐々木 潤三
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ	広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内	株式会社内